

**STRUCTURE FOR VACUUM-SEALING WORKING ELEMENT AND ITS MANUFACTURE****Publication Number:** 09-148467 (JP 9148467 A) , June 06, 1997**Inventors:**

- KUBO RYUICHI

**Applicants**

- MURATA MFG CO LTD (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

**Application Number:** 07-329738 (JP 95329738) , November 24, 1995**International Class (IPC Edition 6):**

- H01L-023/02
- H01L-023/08

**JAPIO Class:**

- 42.2 (ELECTRONICS--- Solid State Components)
- 44.1 (COMMUNICATION--- Transmission Circuits & Antennae)
- 46.1 (INSTRUMENTATION--- Measurement)

**Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a structure for vacuum-sealing working element which can prevent the deformation or cracking of an external shell, can allow a sacrificial layer in the outer shell to be completely etched off, and does not allow any stray capacitance to be generated between electrodes and the outer shell.

**SOLUTION:** A vibrating body 2 is formed on the surface 12 of a substrate 6 and sacrificial layers 5a, 5b, and 5c which cover the vibrating body 2 are formed on the body 2. Then a silicon oxide film 10a is formed on the sacrificial layers 5a, 5b and 5c in a state where the substrate 6 is heated to  $\leq 250$  deg.C. After the film 10a is formed, the formation of an outer shell 3 is completed by etching off the sacrificial layers 5a, 5b, and 5c by injecting an etchant from a through hole 7 formed through the film 10a and making the inside 8 of the film 10a vacuum in a vacuum, and then, forming a silicon oxide film 10b and, at the same time, the vibrating body 2 is sealed in the vacuum by closing the through hole 7.

**JAPIO**

© 2005 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.

Dialog® File Number 347 Accession Number 5533667

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-148467

(43) 公開日 平成9年(1997)6月6日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L	23/02		H 0 1 L	23/02 B
	23/08			23/08 A

審査請求 未請求 請求項の数 3

F D

(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-329738

(22) 出願日 平成7年(1995)11月24日

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 久保 竜一

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

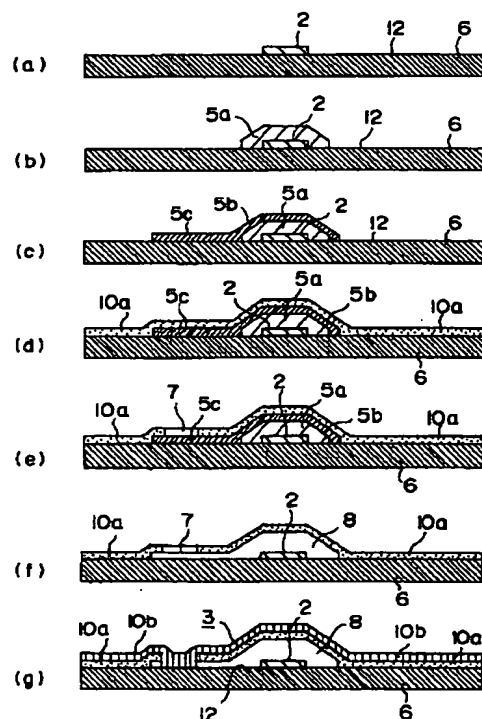
(74) 代理人 弁理士 五十嵐 清

(54) 【発明の名称】 動作素子の真空封止の構造およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 製造途中で、基板6の高温(600℃以上)加熱による基板6上の導体パターンや電極の損傷や、基板6の加熱温度と冷却後温度との差が激しいことによる外殻の歪みや亀裂を防止し、外殻内部の犠牲層のエッチング除去を完璧に行うことが可能で、しかも、動作素子(振動体)2を動作させるための電極と外殻との間に浮遊容量が発生しない動作素子の真空封止の構造を提供する。

【解決手段】 基板6の面上12に振動体2を、その上側に振動体2を覆う犠牲層5a, 5b, 5cをそれぞれ形成する。その上側に酸化シリコン膜10aを基板6を250℃以下に加熱した状態で成膜する。次に、酸化シリコン膜10aに設けた貫通孔7からエッチング液を浸入させ犠牲層5a, 5b, 5cをエッチング除去し、真空中で酸化シリコン膜10aの内部8を真空にし、酸化シリコン膜10bを成膜して外殻3を完成させると共に貫通孔7を閉鎖し振動体2を真空封止する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の素子形成面に動作素子が形成され、この動作素子の形成領域の上側は外殻によって覆われて、外殻の内部は真空空間と成し、前記動作素子が前記外殻の真空空間内に収容封止されており、前記外殻は酸化シリコンを主成分とした膜で形成されていることを特徴とする動作素子の真空封止の構造。

【請求項2】 動作素子は振動体であることを特徴とする請求項1記載の動作素子の真空封止の構造。

【請求項3】 基板の素子形成面に動作素子を形成し、その動作素子および該動作素子の近傍の基板面上の上側に犠牲層を積層形成し、次に、その犠牲層の上側に酸化シリコンを主成分とする外殻を積層形成し、然る後に、前記動作素子の近傍の基板面上の位置で外殻に貫通孔を形成し、次に、この貫通孔から犠牲層にエッチング液を浸入させ犠牲層をエッチング除去して外殻の内部に空間を形成し、真空空間の雰囲気中で前記貫通孔を閉鎖して外殻の内部を動作素子収容の真空空間とすることを特徴とする動作素子の真空封止の構造の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ジャイロや振動子や共振器等に用いられる振動体や赤外線センサ等の動作素子が真空封止された動作素子の真空封止の構造およびその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】周知のように、近年において、マイクロマシニング技術を用いたマイクロジャイロや振動子や共振器等の動作素子である振動体が作製されており、このような振動体は、空気のダンピングに起因した振動特性の悪化を防止するために、次のような策が講じられている。例えば、振動体を形成した基板面上の上側に振動体を覆う外殻を設け、この外殻の内部を真空空間とし、その真空空間に前記振動体を収容封止し、前記空気のダンピングに起因した振動特性の悪化を回避する策が講じられている。このように振動体等を真空封止したものは真空封止素子として知られており、また、前記外殻は多結晶シリコンや窒化シリコンで形成されたものが知られている。

【0003】上記のように外殻を用いて振動体を真空封止した真空封止素子は、一般的に、次のように作製される。まず、マイクロマシニング技術を用いて基板面に振動体および振動体を動作させるための導体パターンや電極等を形成し、振動体が形成された基板面に振動体を覆う犠牲層を積層形成する。さらに、その上側に、基板を例えば600℃以上の高温に加熱した状態で多結晶シリコン膜を、あるいは、800℃以上の高温に加熱した状態で窒化シリコン膜を積層して外殻を形成する。そして、外殻にエッチング液を犠牲層に浸入させるための貫通孔を設け、この貫通孔からエッチング液を犠牲層に浸入させ

犠牲層をエッチング除去し、外殻の内部に空間を形成する。然る後、真空中で、前記外殻の内部の空間を真空排気し、真空排気完了後、引き続き真空中で、前記貫通孔を塞いで振動体を真空空間に収容封止し、振動体の真空封止素子が完成する。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、従来においては、外殻を多結晶シリコンあるいは窒化シリコンの膜で形成していた。外殻を多結晶シリコンで形成する場合には、基板を600℃以上に加熱することから、基板に形成されていた導体パターンや電極等のメタルとシリコンとの相互拡散現象が発生し、メタルが拡散してしまうので導体パターンや電極が損傷してしまうという問題や、基板に多結晶シリコンの外殻を設けた後の冷却で、加熱された基板の温度と冷却後の基板の温度との差が激しいことから、その温度差に応じ基板と多結晶シリコンとの熱膨張係数の差が大きく起因して外殻の内部応力が非常に大きくなり、この内部応力の増大によって外殻が歪んだり、外殻に亀裂が生じてしまうという問題がある。

【0005】また、多結晶シリコンは不透明であることから、多結晶シリコンの外殻の下側に前記犠牲層が隠れてしまい、犠牲層のエッチング除去の際に、犠牲層のエッチング除去が完了したか否かを目視により確認できないので、例えば実験等により求めたエッチング時間に基づいてエッチング除去の終了のタイミングを図っている。しかしながら、実験等により求めたエッチング時間と実際のエッチング時間とが一致するとは限らず、実際のエッチング時間の方が長くなると犠牲層が残ってしまうという問題がある。さらに、多結晶シリコンは半導体であることから、多結晶シリコンの外殻と振動体を動作させるための電極との間に浮遊容量が発生してしまうので、ジャイロ等のように振動の変化を静電容量の変化によって検出する方式のセンサにあっては、検出静電容量の信号中に前記浮遊容量がノイズとなって混入し、振動体の容量変化を精度良く検出することができないという問題がある。

【0006】外殻を窒化シリコンで形成する場合にも、前記多結晶シリコン同様に、基板に窒化シリコンの外殻を設ける際に基板を800℃以上の高温に加熱しなければならず、基板に形成されていた導体パターンや電極等のメタルとシリコンとの相互拡散現象が発生して導体パターンや電極が損傷してしまうという問題や、基板に窒化シリコンの外殻を設けた後の冷却で、加熱された基板の温度と冷却後の基板の温度が激しいことによる外殻の内部応力の増大によって外殻が歪んだり、外殻に亀裂が生じるという問題がある。

【0007】本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、基板の高温加熱による導体パターンや電極のメタルの拡散を回避して導体パターン

や電極の損傷を防止し、かつ、外殻形成後における外殻の内部応力の増大に起因した外殻の歪みや亀裂の弊害をなくし、かつ、外殻内部の犠牲層のエッチング除去を完璧に行え、かつ、動作素子を動作させるための電極と外殻との間に浮遊容量が発生しない動作素子の真空封止の構造およびその製造方法を提供することにある。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は次のような構成をもって前記課題を解決するための手段としている。すなわち、本発明の動作素子の真空封止の構造は、基板の素子形成面に動作素子が形成され、この動作素子の形成領域の上側は外殻によって覆われて、外殻の内部は真空空間と成し、前記動作素子が前記外殻の真空空間内に收容封止されており、前記外殻は酸化シリコンを主成分とした膜で形成されている構成をもって前記課題を解決する手段としている。また、上記動作素子の真空封止の構造は、動作素子は振動体であることも前記課題を解決する特徴的な手段としている。

【0009】さらに本発明の動作素子の真空封止の構造の製造方法は、基板の素子形成面に動作素子を形成し、その動作素子および該動作素子の近傍の基板面上側に犠牲層を積層形成し、次に、その犠牲層の上側に酸化シリコンを主成分とする外殻を積層形成し、然る後に、前記動作素子の近傍の基板面上の位置で外殻に貫通孔を形成し、次に、この貫通孔から犠牲層にエッチング液を浸入させ犠牲層をエッチング除去して外殻の内部に空間を形成し、真空空間の雰囲気中で前記貫通孔を閉鎖して外殻の内部を動作素子收容の真空空間とする構成をもって前記課題を解決する手段としている。

【0010】上記構成の発明において、外殻を酸化シリコンを主成分とする膜で形成することから、外殻の形成時に、基板は酸化シリコンを主成分とする膜の形成に適した250℃以下の温度に加熱される。このように基板は250℃以下の温度に加熱されるので、すでに基板に形成されていた導体パターンや電極等の金属の拡散現象は発生せず、金属の拡散に起因した導体パターンや電極の損傷が防止される。また、上記基板の加熱温度と外殻を形成して冷却した後の基板の温度との差が小さいので、外殻を形成した後の基板の冷却で外殻の内部応力の増大が回避され、内部応力の増大による外殻の歪みや亀裂の弊害がなくなる。

【0011】また、酸化シリコンを主成分とする膜により形成された外殻は透明であることから、外殻内部の犠牲層のエッチング除去の際に、犠牲層のエッチング除去の進行状況を外殻を透して確認することが可能で、エッチング除去の完了を目視により確認してからエッチング除去工程を終了させることによって、エッチング除去されなかった犠牲層が外殻内部に残ってしまうということが回避される。

【0012】さらに、酸化シリコンを主成分とする外殻は絶縁体であるので、外殻と動作素子を動作させるための電極との間に浮遊容量は発生せず、静電容量の変化を利用したセンサとしての動作素子の容量変化は、浮遊容量に起因したノイズに妨害されずに、精度良く検出される。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態例を図面に基いて説明する。

10 【0014】図1の(a)には本発明に係る動作素子の真空封止の構造における一実施の形態例の斜視図が、図1の(b)には図1の(a)におけるA-A断面図がそれぞれ示されており、この動作素子の真空封止の構造は、基板6と、ジャイロや振動子や共振子等として用いられる振動体(動作素子)2と、酸化シリコン膜10a、10bから成る外殻3とを有して構成されている。

【0015】同図の(a)および(b)に示すように、基板6の振動体形成面(素子形成面)12にはマイクロマシニング技術等を用いて振動体2が形成され、この振動体2を覆うように外殻3が設けられている。上記外殻3は、前記の如く、酸化シリコン膜10a、10bにより形成されており、絶縁体、かつ、透明、かつ、形成時に基板6を250℃以下の温度に加熱して作製されるものであり、この外殻3の内部は振動体2の收容空間8を成し、振動体2が收容空間8に收容されている。前記收容空間8は振動体2の振動に邪魔にならない大きさを有し、振動体2の振動特性が良好となる真空状態(例えば約0.3 Pa)に真空封止されている。

30 【0016】また、上記收容空間8を形成している酸化シリコン膜10aには製造の便宜上設けられた複数の貫通孔(エッチホール)7が形成されており、この貫通孔7には酸化シリコン膜10bの材料が入り込んで貫通孔7を完全に閉鎖している。なお、図示されていないが、基板6には振動体2を動作させるための導体パターンや電極が形成されている。

40 【0017】以下に、上記のように酸化シリコン膜10a、10bで外殻を形成した動作素子(振動体2)の真空封止の構造の製造方法における一実施の形態例を図2に基いて説明する。まず、同図の(a)に示すように、基板6の振動体形成面12にマイクロマシニング技術等を用いて振動体2を、また、振動体2を動作させるための導体パターン(図示せず)や電極(図示せず)をそれぞれ形成し、同図の(b)に示すように、酸化亜鉛等の犠牲層5aを振動体2および該振動体2の近傍の基板面12の上側に積層形成する。この犠牲層5aは図1の(b)に示すような振動体2の收容空間8の大部分を形成するためのものである。その犠牲層5aの上側に、同図の(c)に示すように、酸化亜鉛等の犠牲層5bを、この犠牲層5bから引き出された犠牲層(エッチチャンネル)5cを基板6の面上にそれぞれ積層形成する。上記

のように、犠牲層5aと犠牲層5b、5cとを分けて形成することによって、犠牲層5cの厚みを犠牲層5aよりも薄く形成することが可能となる。

【0018】さらに、同図の(d)に示すように、犠牲層5b、5cとその近傍の振動体形成面12の上側に、スパッタ法やCVD法により酸化シリコン膜10aを積層形成(成膜)する。この酸化シリコン膜10aを例えば複数種あるスパッタ法のうちのRFスパッタ法を用いて成膜するときには、基板6を約120℃に加熱して成膜が行われる。また、酸化シリコン膜10aを上記以外のスパッタ法やCVD法を用いて成膜するときには基板6を酸化シリコン膜10aの成膜に適した250℃以下の高温に加熱して成膜が行われる。

【0019】次に、同図の(e)に示すように、犠牲層(エッチチャンネル)5cの上側に形成された酸化シリコン膜10a、つまり、振動体2の近傍の基板面上の位置の酸化シリコン膜10aに犠牲層5cに達する貫通孔(エッチホール)7をRIE(反応イオンエッチング)等を用いて形成する。そして、上記貫通孔7からエッチング液(エッチャント)を浸入させる。このエッチング液は犠牲層5a、5b、5cをエッチングするが、酸化シリコン膜10aはエッチングしないものであり、例えば、犠牲層5a、5b、5cが酸化亜鉛で形成されているときには、酸化亜鉛をエッチングし、かつ、酸化シリコンはエッチングしない希塩酸がエッチング液として使用される。

【0020】前記貫通孔7から浸入したエッチング液は、犠牲層5cから5b、5aへとエッチング除去していき、同図の(f)に示すように、振動体2の收容空間8を酸化シリコン膜10aの内部に形成する。このエッチング除去工程の際、酸化シリコン膜10aは透明であるので、酸化シリコン膜10aを透して犠牲層5a、5b、5cのエッチング除去の進行状況を目視により確認することが可能で、犠牲層5a、5b、5cが完全にエッチング除去されたのを目視により確認した後に次の工程へと進む。

【0021】次の工程では、同図の(f)に示す基板6を酸化シリコン膜の成膜装置(真空装置)の排気室内に設置して、前記排気室内の真空排気を行うと共に、貫通孔7から振動体2の收容空間8の空気を排気し、排気室および收容空間8を振動体2の振動特性が良好となり、かつ、酸化シリコン膜の成膜に適切な真空状態(例えばRFスパッタ法を用いて酸化シリコン膜の成膜を行う場合には約0.3Pa)にする。そして、排気室および收容空間8を完全に真空排気した後、引き続き排気室および收容空間8の真空が維持され、基板6が酸化シリコンの成膜に適した温度(250℃以下)に加熱された状態で、同図の(g)に示すように、酸化シリコン膜10aの上にスパッタ法やCVD法を用いて酸化シリコン膜10bを成膜して酸化シリコン膜10a、10bから成る外殻3が完成

されると共に、上記酸化シリコン膜10bの材料が貫通孔7に入り込んで貫通孔7を塞ぎ(閉鎖)振動体2が收容空間8に真空封止されて振動体2の真空封止が完成する。

【0022】上記実施の形態例によれば、外殻3を酸化シリコン膜10a、10bにより形成したので、酸化シリコン膜10a、10bの成膜時に、基板6を酸化シリコン膜10a、10bの成膜に適した250℃以下の温度に加熱するだけでよく、つまり、基板6を例えば600℃以上という高温に加熱する必要がなく、基板を成膜に適した温度まで加熱するのに要する時間が短くて済むし、基板6の高温加熱に起因した導体パターンや電極の金属の拡散が回避され、導体パターンや電極が損傷してしまうのを防止することができる。また、上記の如く、基板6を600℃以上の高温に加熱する必要がなく、基板6を250℃以下の温度に加熱して酸化シリコン膜10a又は10bを成膜することから、基板の加熱温度と冷却した後の基板の温度との差が小さく、酸化シリコン膜10a、10bの成膜終了後の冷却で、酸化シリコン膜10a、10bの内部応力の増大が回避されて内部応力の増大による酸化シリコン膜10a、10bの歪みや亀裂が発生せずに、酸化シリコン膜10a、10b、つまり、外殻3の機械的強度を強くすることができる。

【0023】さらに、酸化シリコン膜10aは透明であることから、犠牲層5a、5b、5cのエッチング除去の際に、そのエッチング除去の完了を酸化シリコン膜10aを透して目視により確認してエッチング除去工程の終了を決定でき、犠牲層5a、5b、5cが完全にエッチング除去しきれずに残ってしまうという従来の問題を解決することができる。

【0024】さらにまた、酸化シリコン膜10a、10bは絶縁体であることから、酸化シリコン膜10a、10bと振動体2を動作させるための電極との間に浮遊容量が発生せず、振動体2がジャイロのように静電容量の変化を利用するセンサである場合に、前記浮遊容量に起因した振動体2の容量変化の検出精度の悪化を回避することができる。振動体2の容量変化の検出精度を高めるといふ優れた効果を奏することができる。

【0025】なお、本発明は上記実施の形態例に限定されるものではなく、様々な実施の形態を採り得る。例えば、上記実施の形態例では、動作素子として振動体を例にして説明したが、赤外線センサのように振動しない動作素子においても上記実施の形態例同様に真空封止してもよい。このように、動作素子を真空封止することによって、長期間空気に晒されることによる素子の劣化を防止することができるし、空気の対流による影響を防止できる。また、上記実施の形態例では、外殻3は純粋な酸化シリコンの膜で形成されていたが、酸化シリコンを主成分として多少の不純物を含む膜、つまり、ほぼ透明かつ絶縁体で、成膜時に金属の拡散現象や外殻の歪みや

亀裂を発生させない温度に基板を加熱して成膜可能な膜で形成すればよく、純粋な酸化シリコン膜と限定されるものではない。

【0026】さらに、上記実施の形態例では、貫通孔7を酸化シリコン膜10bにより閉鎖していたが、別の閉鎖材を用いて閉鎖してもよく、このような場合には外殻3を酸化シリコン膜10aと10bとに分けて形成しなくてもよい。

#### 【0027】

【発明の効果】本発明は、外殻を酸化シリコンを主成分とする膜で形成しており、この酸化シリコンを主成分とする膜はその膜の形成に適した250℃以下に基板を加熱して形成できることから、外殻を多結晶シリコンや窒化シリコンで形成するときのように、動作素子や、該動作素子を動作させるための導体パターンや電極等が設けられている基板を600℃以上の高温に加熱する必要がなく、基板の高温加熱に起因した導体パターンや電極の金属の拡散が回避され、金属の拡散による導体パターンや電極の損傷を防止できる。

【0028】また、上記の如く、基板を250℃以下に加熱して外殻を形成できるので、加熱されたときの基板の温度と冷却した後の基板の温度との差が小さく、その温度差に応じた外殻の内部応力の増加は非常に小さくて済み、内部応力の増大による外殻の歪みや亀裂の発生を抑えることができる。

【0029】さらに、酸化シリコンを主成分とする膜は透明であることから、外殻の内部の犠牲層のエッチング

除去の際に、犠牲層のエッチング除去の進行状況を外殻を透して目視により確認することが可能であり、エッチング除去の完了を目視により確認してエッチング除去工程の終了を決定することによって、エッチング除去しきれなかった犠牲層が残ってしまうという問題を確実に回避することができる。

【0030】さらにまた、酸化シリコンを主成分とする膜は絶縁体であることから、外殻と、動作素子を動作させるための電極との間に浮遊容量は発生せず、動作素子が静電容量の変化を利用するセンサ等の場合に、前記浮遊容量によるノイズがないので、容量変化を精度良く検出することが可能となるという優れた効果を奏するものである。

#### 【図面の簡単な説明】

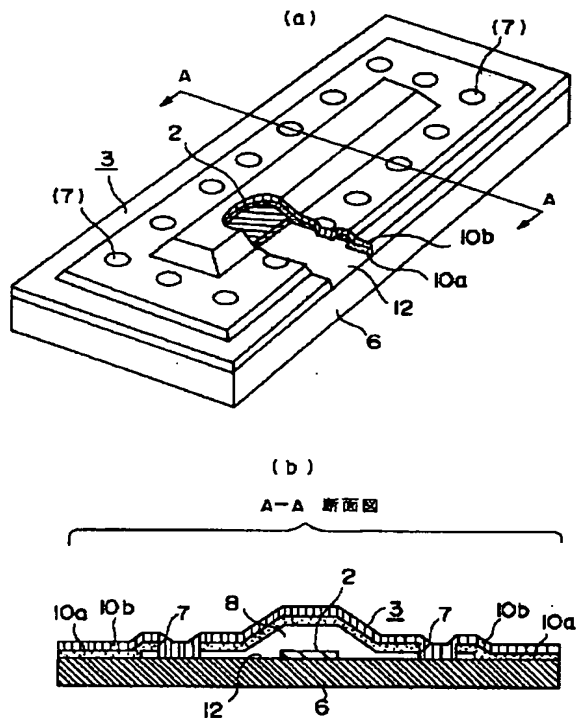
【図1】本発明に係る動作素子の真空封止の構造の一実施の形態例を示す説明図である。

【図2】本発明に係る動作素子の真空封止の構造の製造方法における一実施の形態例を示す説明図である。

#### 【符号の説明】

- 2 振動体
- 3 外殻
- 5a, 5b, 5c 犠牲層
- 6 基板
- 7 貫通孔
- 8 収容空間
- 10a, 10b 酸化シリコン膜

【図1】



【図2】

